Verletzungen und Tod durch industrielle elektrische Ströme.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayr. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Maximilian Hackl,
approb. Arzt aus Solln bei München.

München 1900.
Kgl. Hofbuchdruckerei Kastner & Lossen, München.

Verletzungen und Tod durch industrielle elektrische Ströme.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayr. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Maximilian Hackl,
approb. Arzt aus Solln bei München.

München 1900.
Kgl. Hofbuchdruckerei Kastner & Lossen, München.

Referent:

Herr Obermedizinalrat Prof. Dr. v. Angerer.

Meinem hochverehrten Lehrer

Herrn Prof. Dr. von Angerer

in

tiefer Dankbarkeit.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548324_0174

Mit dem gewaltigen Fortschreiten der Technik geht Hand in Hand eine rapide Zunahme von Unglücksfällen trotz aller Schutzmassnahmen, die Staat und Berufsgenossenschaften treffen.

Jede neue Industrie bringt eine neue Möglichkeit von Verletzungen. Zu den modernsten dieser Art gehören nur die Verletzungen durch die industriellen elektrischen Ströme.

Bis heute sind in der deutschen Litteratur nur ganz vereinzelte Fälle bekannt geworden, eine etwas grössere Zahl in Frankreich, wo Biraud im Jahre 1892 eine Enquête veranstaltete, die 45 Fälle ergab; und noch mehr hat natürlich Amerika aufzuzählen.

Es ist sehr bedauerlich, dass eine grosse Zahl solcher Verletzungen nur durch die Tagespresse bekannt wird, während es doch wünschenswert und wichtig genug wäre, jeden derartigen Fall einer wissenschaftlichen Kritik zu unterziehen, um baldmöglichst über eine für Aerzte, Gerichtsärzte, Richter und Techniker gleichwichtige Frage eine klare Erkenntnis und eine richtige Beurteilung derartiger Fälle zu gewinnen.

Das war der Gesichtspunkt, der mich veranlasste, eine Zusammenstellung der bisher bekannt gewordenen Erfahrungen über elektrische Stromverletzungen zu geben und zwei an der chirurgischen Klinik zu München beobachtete derartige Fälle mitzuteilen.

I. Fall.

G. F., 29 Jahre alt, Monteur. Eintritt 23. Juni 1898. Patient gibt an, vor 4 Tagen dem Leitungsdrahte der elektrischen Beleuchtung (Spannung 2500 Volt) zu nahe gekommen zu sein. Der Strom sprang ihm auf den Handrücken über und ging durch den rechten Arm, die rechte Seite und den rechten Fuss zur Erde. Pat. war durch die Wucht des Schlages bewusstlos, sank in die Kniee und kam dabei mit seinem Vorderarm an zwei, 30 cm von einander entfernte, Patronen zu liegen, die eine Spannung von 5000 Volt haben. Der Strom ging nur durch den dazwischen liegenden Teil des Vorderarms. Pat. weiss nichts näheres anzugeben, da er bewusstlos war. Beim Erwachen wusste er gar nicht, was mit ihm vorgegangen war, er stand auf und wollte fortgehen. Der herbeigerufene Arzt machte ihn erst aufmerksam. Dieser legte ihm einen Salbenverband, dann seit vorgestern Oelverbände, die öfters des Tages vom Patienten gewechselt wurden.

Status präsens. Auf dem rechten Handrücken im Bereich des III. und IV. Metacarpus ein über Thaler grosser Bezirk mit vollkommener Nekrose der Haut. Die Interdigitalfalten

und der übrige Handrücken ist II. Grades verbrannt, ebenso die Ulnarseite des Vorderarmes bis über die Mitte des Oberarmes. Oberhalb des Olecranon ein fast handtellergrosser vollkommen nekrotischer Bezirk.

Nach sorgfältiger Reinigung Verband mit Orthoform-Dermatolsalbe.

Nachtrag zum Status: Am Köpfchen der I.—III. Zehe ein grosser, nekrotischer Fleck, ähnlich an der IV.—V. rechten Zehe, doch hier mehr im Interdigitalspalt.

25/26. Täglich Verbandwechsel. Nachts immer starke Schmerzen.

Temperaturen normal.

26. VI. abends 38,2.

27. VI. morgens 36,6; abends 38,5.

28. VI. morgens 37,9; abends 38,0. Die nekrotische Haut am Handrücken und Ellenbogen wird abgetragen. Dabei zeigt sich am Handrücken eine bis zum Periost gehende Nekrose. Die Sehnen werden sämtlich zur Exfoliation gelangen. Am Ellenbogen geht die Nekrose nur bis ins subkutane Gewebe.

Vom 29. VI. ab Temperaturen normal.

8. VII. Verbandwechsel. Nekrotischen Teile fast vollkommen abgestossen. Dermatolverband. Die einander zugekehrten Wunden des 4. und 5. Metacarpus liegen frei. Zwischenknochenmuskeln noch tief hineingehend nekrotisch. Am Ellenbogen oberflächliche Exfoliation der Tricepssehne.

1. VIII. Seit gestern hat Patient einen feuchten Verband mit Sol. Liqu. Alumini acet.

Die Schmerzen, die in den letzten Tagen bestanden haben, sind heute geringer.

6. VIII. Die Wundränder der Hand zeigen üppige Granulationen, jedoch verkleinert sich die Wunde wenig, den vom Periost entblössten Knochen in der Tiefe freilassend.

10. VIII. Die Wunde am Ellenbogen wird mit Lassar'scher Salbe verbunden.

16. VIII. Auf Wunsch in ambulatorische Behandlung entlassen.

II. Fall.

B. F., 24 Jahre alt, Monteur. Eintritt am 18. Juni 1900.

Anamnese: Patient war gestern Nachmittag in einer Fabrik beschäftigt, einen Blitzschutz anzuschweissen. Er streifte dabei den Pol eines Leitungsdrahtes mit seinem linken Arm, dadurch wurde Stromkontakt hergestellt. Pat. wurde von der Wucht des Stromes (5000 Volt) sofort zu Boden geschleudert, er konnte sich nicht mehr aus seiner gefährlichen Lage befreien und wurde erst durch fremde Hilfe losgerissen. Er war bewusstlos geworden und überall, wo er beim Fallen mit dem Boden in Berührung gekommen war, hatte er schwere Brandwunden erlitten. Eingeleitete Wiederbelebungsversuche waren von Erfolg begleitet und wurde Pat. hierauf in die Klinik gebracht.

Status präsens: Kräftiger junger Mann. Patient zeigt ausgedehnte Verbrennungen II. und III. Grades am Rücken und an der Streckseite der Oberschenkel und zwar erstrecken

sich dieselben auf beiden Seiten, beinahe symmetrisch vom untern Rand des Rippenbogens nach abwärts bis ungefähr zur Mitte des Oberschenkels, dieselben konfluieren in der Mittellinie nicht, und beträgt die Breite an jeder Seite ca. 12—15 cm. Die Verbrennungen III. Grades, welche bretthart sind, betreffen die seitliche Lendengegend, die Beugeseite der Oberschenkel, die Streckseite der Vorderarme. Im Bereich der Verbrennung finden sich an verschiedenen Stellen kraterförmige Löcher, deren Wandungen von völlig verkohlten Weichteilen gebildet werden.

Das Allgemeinbefinden ist im Verhältnis zur Schwere der Verbrennung sehr wenig alteriert, die Schmerzen sind mässig. Respiration beschleunigt.

Urin: Anurie.

Temperatur 38,8.

Diagnose: Combustiones II. und III. Grades durch hochgespannten elektrischen Strom.

Therapie: 10% Orthoform-Dermatolsalbe.

19. VI. Allgemeinbefinden unverändert. Beschwerden gering. Anurie besteht fort. Kochsalzinfusion von 1000,0 ccm.

20. VI. Urinentleerung 400 ccm. Urin stark bluthaltig und enthält der Blutmenge entsprechende Mengen Eiweiss.

21. VI. Blutharn besteht fort. Urin heller. Menge 800,0.

22. VI. Urinmenge 1400. Kein Blut im Urin.

Täglich Kochsalzinfusion 1000,0 ccm.

Pat. wird energisch angehalten, sich an Bauchlage zu gewöhnen, kann dies jedoch nicht.

26. VI. Die Verbrennungen beginnen sich zu demarkieren. Pat. wird mit Bädern und täglichen feuchten Verbänden behandelt. Subjektives Allgemeinbefinden zufriedenstellend.

4. VII. Die Schorfe haben sich bei den täglichen Verbänden und häufigen Bädern zum grössten Teil abgestossen, auch ist vom Rande her bereits beginnende Ueberhäutung zu konstatieren. Pat. fühlt sich subjektiv wohl, hat jedoch immer noch hohe Temperaturen.

6. VII. In der Mitte der Verbrennungsflächen, da wo dieselben am tiefsten sind, lassen sich auch nach Abstossung des stellenweise drei Finger dicken Brandschorfes noch keine guten Granulationen sehen, sondern es zeigt das Gewebe an dieser Stelle Neigung zur Verjauchung.

8. VII. Pat. war in den letzten Tagen sehr schwach, zeigt hohes Fieber. Puls verhältnismässig kräftig. Die Brandgeschwüre zeigen eine eigentümliche gangränöse schwärzliche Verfärbung. Pat. klagt über grosse Schweratmigkeit. Von Seiten der Lungen sind objektiv keine Veränderungen nachweisbar. Häufige Durchfälle. Im Kot nichts Besonderes.

10. VIII. Befund im allgemeinen unverändert. In den letzten Tagen starke Morgenremissionen, starke Schweisse, grosse Schwäche, Atemnot. Urin zeigt eine eigentümliche, rotbraune Verfärbung. In demselben ist

kein Eiweiss, kein Blut. Mikroskopisch lassen sich nur zahlreiche Urate, sonst keine geformten Bestandteile nachweisen. Puls klein.

11. VII. 2 Uhr Morgens: Exitus letalis.

Temperaturen:

18.	VI.	38.8.				
19.	VI.	37.7,	37.0,	37.2.		
20.	VI.	36.7,	37.2.			
21.	VI.	36.7,	37.0.			
22.	VI.	36.7,	38.2.			
23.	VI.	38.1,	38.5,	38.1.		
24.	VI.	37.5,	37.0.			
25.	VI.	36.2,	38.0.			
26.	VI.	37.4,	37.8.			
27.	VI.	36.7,	37.1.			
28.	VI.	38.2,	39.3,	39.1,	38.9.	
29.	VI.	38.3,	37.2,	37.0.		
30.	VI.	37.1,	38.0,	37.9.		
1.	VII.	37.0,	37.8,	38.3.		
2.	VII.	37.0,	38.0,	38.9.		
3.	VII.	37.6,	39.7,	39.9.		
4.	VII.	37.1,	38.3,	39.5,	38.8.	
5.	VII.	38.7,	38.4,	38.9,	39.0.	
6.	VII.	39.0,	38.5,	39.2,	40.0.	
7.	VII.	38.2,	38.3,	38.5,	40.0.	
8.	VII.	38.5,	38.0,	38.2,	38.1,	39.4.
9.	VII.	38.0,	38.0,	37.7.		
10.	VII.	38.7,	38.7,	38.0,	38.1.	

Sektions-Bericht.

Leichendiagnose: Septicämie, ausgehend von ausgedehnten, brandigen Geschwüren der Haut (Oberschenkel, Nates, Trochanter), be-

deutender Milztumor, akute eitrig-fibrinöse Pleuritis.

Nebenbefunde: Allgemeine Anämie; Starke Schwellung von Niere und Leber. Nekrotische Enteritis im Bereich des untern Ileum.

Protokoll:

Mässig kräftig gebauter Körper, Haut im ganzen blass. An verschiedenen Stellen, namentlich an der Rückseite des Oberschenkels und Nates findet sich ausgebreitet geschwüriger Defekt der Haut. Die Geschwürsfläche von schmutzig-brauner Farbe, ausgedehntere blutige und oberflächliche Defekte der Epidermis in der Gegend des linken Trochanters, ein kleinerer über der Dorsalfläche des rechten Vorderarmes, ein handtellergrosses Geschwür vom Olecranon an nach vorn und innen am linken Vorderarm sich erstreckend. In der Gegend des linken Hüftgelenkes am Trochanter im Umfang von etwa drei Manneshänden ein grosses Geschwür, im Zentrum desselben liegen die Muskeln bloss. Etwas weiter nach unten an der linken Thoraxhälfte findet sich ein weiterer Defekt mit munifizierten Muskelfasern.

Pupillen von mittlerer Weite. Thorax rechts eingesunken, Bauchdecken gespannt. Untere Extremitäten völlig ödematös.

Organe der Respiration: Die rechte Lunge von mässigem Volumen, etwas vermehrtem Gewicht. Ober- und Mittellappen im ganzen blass; Unterlappen von blauer Farbe.

Pleura über dem Oberlappen, Mittellappen blass glänzend, im Unterlappen sammetartig

getrübt und mit gelblich fibrinösen Auflagerungen bedeckt. An verschiedenen Stellen fleckige Ekchymosen. Ober- und Mittellappen schneidet sich wenig knisternd; Gewebe luftleer, Saftgehalt etwas vermehrt. Die hinteren Partien des Oberlappens im Zustande der Hypostase. Unterlappen schneidet sich weich, milzartig. Gewebe offenbar atelektatisch. (Ausgeschnittene Stücke sinken im Wasser unter.)

In den grösseren Bronchen findet sich ziemlich viel Eiter. Schleimhaut gerötet. Die Gefässe enthalten lockeres Gerinnsel.

Linke Lunge im Ganzen ähnlich. An der Pleura im Oberlappen findet sich Auflagerung zahlreicher Ekchymosen. Schnittfläche ähnlich wie rechterseits. Auch Gefässe und Bronchen verhalten sich gleich.

Verdauungskanal: Magen von mässigem Umfang, enthält schleimigen, schmutzig-gefärbten Inhalt. Schleimhaut im Ganzen blass. Im unteren Ileum findet sich etwas gelblich schleimiger Inhalt. Schleimhaut stellenweise etwas gerötet. An einzelnen Stellen ziemlich innig schleimartig anhaftender Belag. Schleimhaut sonst ohne Abweichung.

Leber: vergrössert, Farbe blass-bräunlich, Gewebe blutleer. Acinöse Zeichnung ziemlich deutlich. Konsistenz fast kautschukartig.

In der Gallenblase dünngelbe, dickflüssige Galle in geringer Menge.

Organe der Circulation: Herz kräftig entwickelt, über faustgross. Aortaklappen schlussfähig. Epicard milchig gefärbt, wenig getrübt.

Rechter Ventrikel etwas erweitert, fast gänseeigross. Muskel blass, etwas welk. Rechter Vorhof auch etwas erweitert, Wand dünn, Muskulatur blass.

Linker Ventrikel sehr eng, fast leer. Endocard mässig getrübt. Ostium atrii für einen Daumen durchgängig. Aorta dünnwandig, von mässigem Umfang. Im Vorhof Speckgerinnsel.

Maasse des Herzens:
L. Ventrikel Höhe 8.8. R. Ventrikel Höhe 8.7.
L. Ventrikel Dicke 1.5. R. Ventrikel Dicke 0,3.
Aortenumfang 6.4. Pulmonalumfang 6.5.

Milz: In allen Durchmessern vergrössert, mehr um das Doppelte.

Länge 17.5. Breite 10.0. Dicke 5.5.

Kapsel durchsichtig. An den Rändern wenig Einkerbungen, schneidet sich weich, blutarm. Malpighische Körperchen wenig deutlich.

Harnapparat: Rechte Niere in ihrem Umfange geschwellt, Kapsel leicht abziehbar, Oberfläche glatt. Farbe blassbräunlich. Blutgehalt gering. Rinde und Mark wenig geschieden, Rinde etwas vergrössert. Bei Druck auf die Papillen entleert sich grüngelber, offenbar epithelialer Brei. Die innere Rindenzone über der Marksubstanz vorragend, zeigt vielfach verfärbte Stellen. Linke Niere im Ganzen ähnlich, Blutgehalt ein geringerer als rechts.

Die Todesursache haben wir also in der Sepsis zu suchen, und diese wiederum nahm

ihren Ausgang von den tiefen Nekrosen und den verjauchten Geschwüren, die durch die elektrischen Verbrennungen entstanden sind.

Unsere beiden Fälle zeigen wohl ganz evident, dass die Verletzungen durch den elektrischen Strom eine ganz besondere Art von Verletzungen ist, dass die elektrischen Verbrennungen sich durchaus anders verhalten wie die gewöhnlichen Verbrennungen. Ich muss also der Ansicht Kratters entschieden entgegentreten, der behauptet, dass die elektrischen Verbrennungen sich in keiner Weise anders verhalten wie andere.

Abgesehen natürlich schon von der Aetiologie, sind es der pathologisch anatomische Befund und die klinische Erscheinungen, die uns mit zwingender Notwendigkeit veranlassen, die elektrischen Verbrennungen als besondere anzusehen. Die Verbrennungen kennzeichnen die Ein- und Austrittsstellen des Stromes. War der Strom niedrig gespannt, oder ein Gleichstrom, etwa von 110—120 Volt, wie sie unsere Hausleitungen gewöhnlich haben, so fehlen meist die Brandwunden völlig oder sind nur ganz minimal. Anders hingegen, wenn die Ströme hochgespannt oder bei Wechsel- oder Drehstrom. In diesen Fällen haben wir stets bedeutende Verbrennungen. Und diese Verbrennungen bieten so viel Eigentümliches, dass man aus ihren Erscheinungen sie als elektrische Stromverbrennungen diagnostizieren kann ohne irgend eine Anamnese.

Vor allem zeigen die Wunden tiefgehende Necrosen, Verkohlungen, die bis auf den Knochen gehen. Ferner ist die Wunde an ihrer Oberfläche von geringerer Ausdehnung, während sie nach der Tiefe zu sich erweitert; wenn die Wunde z. B. an der Oberfläche markstückgross, so ist sie in der Tiefe etwa Fünfmarkstück gross. Die nekrotischen Teile stossen sich nur ganz langsam ab, und ebenso langsam erfolgt Regeneration und Heilung. Die Prognose ist daher im allgemeinen nicht besonders günstig, einesteils wegen der schlechten Heilung der Wunden, anderseits wegen der leicht möglichen Komplikationen, besonders aber wegen der Alteration des Gesamtorganismus, namentlich des Zentralnervensystems. Wir können uns dieses Verhalten ganz gut so erklären, dass der starke elektrische Strom die Gewebe chemisch und physikalisch verändert hat; und diese Störung befällt aber nun nicht bloss die Teile, die der Strom direkt passiert hat, sondern auch deren nächste Umgebung, denn auch diese hat eine Alteration erfahren, indem einerseits die Blutversorgung aufgehoben oder doch schwer geschädigt, anderseits auch die Innervation gestört wurde, schliesslich auch die molekulare Veränderung der Gewebe durch den Strom sich von der Einwirkungsstelle aus auch auf die Nachbarschaft sich erstreckt. Dazu kommt dann auch noch der Einfluss der Alteration des Zentralnervensystems, die sowohl in Shock als besonders aber in Veränderungen der Medulla oblongata, dem Zentrum von

Respiration und Circulation, besteht, deren genauer anatomischer Nachweis und Erklärung bis jetzt noch immer nicht gelungen ist.

Eine weitere Beachtung verdient dann aber auch noch der Umstand, den man bei schweren Verbrennungen jetzt als die wahrscheinlichste Todesursache ansieht, nämlich die Verstopfung der Harnkanälchen durch zerfallene Blutkörperchen. Und gerade bei den elektrischen Stromverletzungen bildet ja die direkte Zerstörung der Blutelemente ein Hauptmerkmal. So erklärt sich dann auch die komplizierende Nephritis, wie sie in dem einen unserer beiden Fälle aufgetreten.

Die grösste, die eigentliche Todesgefahr dieser Verletzungen bedingen aber die tiefgehende Nekrose der Weichteile, die Schorfe, die sich nur unendlich langsam und schwer abstossen, und die den Ausgangspunkt der Sepsis bilden können. Ein Gewebe, das physikalisch und chemisch so sehr alteriert, dessen Blut- und Nervenversorgung so geschädigt, ist zu einer Infektion ja ganz eminent disponiert, so sehr, dass hier auch die strengste Asepsis und Antisepsis die verhängnisvolle Komplikation nicht verhindern können. Bemerkenswert bei unseren Verletzungen ist noch, dass dieselben verhältnismässig wenig schmerzhaft sind. Ich glaube, die einfachste Erklärung hiefür ist die, dass die sensiblen Nerven an den betroffenen Stellen durch den starken elektrischen Strom gelähmt werden, während sie bei den gewöhnlichen Verbrennungen durch die hohen Tem-

peraturen gereizt werden, wodurch die kolossale Schmerzhaftigkeit entsteht.

Was nun die Therapie dieser Verletzungen anlangt, so sind wir vorläufig noch darauf angewiesen, dieselben nach den allgemeinen Grundsätzen zu behandeln, die für Verbrennungen überhaupt gelten.

Ein wichtiges Hilfsmittel sind die Kochsalzinfusionen, die nicht dringend genug empfohlen werden können.

Kratter empfiehlt Blutentziehung in Form der Venaesektion, ausgehend von der Erwägung, dass bei den Obduktionen der Verunglückten die Blutüberfüllung des Herzens, der grossen Gefässe und der Lungen immer eine ganz enorme ist. Kratter hat die Vorstellung, das Herz habe mit seiner durch die elektrische Einwirkung ja ohnehin sehr geschwächten Triebkraft nicht mehr hingereicht, die plötzlich im Uebermasse angesammelte Blutmenge des kleinen Kreislaufes zu bewältigen.

Sehr plausible Vorschläge für die Behandlung der Verletzungen gibt Norvelle W. Sharpe, der als Arzt mehrerer grösserer Elektrizitätswerke eine reiche Erfahrung besitzt. Derselbe macht über die Eigentümlichkeiten und Behandlung von Verletzungen durch den elektrischen Strom folgende Bemerkungen: Den Hauptwiderstand gegen das Eindringen des elektrischen Stromes bietet die Haut. Feuchtigkeit derselben, besonders salzhaltige, infolge Schweisses z. B. verringert diesen bedeutend.

Von Wichtigkeit sind in dieser Beziehung ferner der Feuchtigkeitsgehalt und die Temperatur der atmosphärischen Luft. Durch Elektrizität verursachte Verletzungen unterscheiden sich wesentlich von den gewöhnlichen Brandwunden in Bezug auf die Dauer und das Resultat der Heilung. Die Behandlung betreffend empfiehlt Sharpe zur Entfernung der Brandschorfe die Anwendung einer Lösung von Pepsin 2,0, Acid. hydrochlor. 1,0 auf 120 Aqua, die nach ein paar Stunden mit Hydrogendioxyd, Pyrozon oder Aehnlichem weggespült werden soll. Bei Mitbeteiligung der Knochen oder Gelenke ist Injektion einer 3% Lösung von Acid. hydrochlor., 2-stündlich wiederholt, angezeigt, daneben alle 2 Tage Anwendung der oben angegebenen Pepsinlösung, nach Abstossung des necrotischen Herdes Tamponade mit Gaze, bei tuberkulösen Fällen Anwendung einer 10% Jodoform-Glycerin-Emulsion. In schweren Fällen wird Resektion oder Amputation nötig. Der Shock nach einem elektrischen Schlag wird nach Laborde am besten bekämpft durch Vorziehen der Zunge, heisse Umschläge, Abreibungen, Amylnitritinhalationen, hypodermatische Einspritzung von Strychnin und Nitroglycerin.

Von sehr grosser Wichtigkeit sind aber auch die ersten Hilfeleistungen bei Unfällen durch Elektrizität. Eine Anleitung hinzugab „Der Elektrotechniker“, die sehr präcis und gut ist, und die in jedem Elektrizitätswerk sich vorfinden, und mit deren praktischen

Anwendung jeder Elektrotechniker vertraut sein soll.

Eine Zusammenstellung der bis jetzt erfolgten Verletzungen und Todesfälle durch den elektrischen Strom findet sich in den Arbeiten von Biraud und Kratter. Ausserdem brachten die letzten Jahre nachstehende neue Fälle:

In Philadelphia wurde 1898 ein Mann durch den elektrischen Strom auf folgende merkwürdige Weise getötet. Er besah bei Regenwetter ein Auslagefenster und kam mit seinem Regenschirm in Berührung mit der über dem Fenster angebrachten Bogenlampe. Der Strom sprang von dem Metallrahmen der Lampe durch den Stahlstock des Schirmes auf den Körper über und ging durch den auf dem Trottoir angebrachten Eisendeckel eines Kohlenschachtes, auf welchem der Unglückliche zu stehen kam, in die Erde. Der Tod erfolgte augenblicklich.

Ein ganz ähnlicher Fall wurde vor einigen Jahren aus New-York berichtet.

D'Arsonval berichtet über einen Fall, wo ein Beamter in Rochester von einem 2000—3000 Volt starken elektrischen Strom, der also etwa 3 mal stärker war als der Strom, der bei der elektrischen Hinrichtung zur Verwendung kommt, getroffen wurde. Derselbe fiel anscheinend leblos zu Boden. Nach dreiviertelstündigen, ärztlichen Bemühungen gelang es jedoch, ihn wieder ins Leben zurückzurufen, und der Mann wurde vollkommen geheilt.

Clowes beschreibt einen Fall, in welchem ein 23jähriger Mann mit der linken Hand den Draht einer Leitung von 2000 Volt Spannung berührte und augenblicklich tot blieb. Bei der Sektion fand sich Verbrennung der linken Hand. Luftwege sehr blutreich, ebenso Gehirn. Herzhöhlen blutleer. Blut dunkel, flüssig, nirgends Gerinnungen.

Nankivell teilt einen Fall mit, wo ein 24-jähriger Arbeiter von der linken Hand aus einen plötzlichen Schlag von einer Spannung von 2400 Volt erhalten. Der Mann blieb am Leben. Finger der linken Hand gefühllos, schwarz und bis auf den Knochen verbrannt, ebenso an den Zehen des linken Fusses brandige Stellen. Die brandigen Teile der Hand wurden amputiert, die der Zehen heilten aus.

Im Juli 1894 verunglückte ein Mann im Elektrizitätswerke in Maria Einsiedel bei München. Die von Herrn Professor Messerer vorgenommene Obduktion ergab mehrfache Muskelzerreissungen und mehrere grössere Blutextravasate, sowie auch einen Bluterguss im Gehirn. Es dauerte fast 10 Minuten bis der Tod des Mannes eintrat.

Auch die Ophthalmologie beschäftigt diese neue Art der Verletzungen. So beschreibt O. Haab einen Fall von traumatischer Macula-Erkrankung durch den elektrischen Strom. Ein Maschinist wurde durch Berührung beider Bürsten einer Dynamomaschine (Stromstärke 60 Amp.) von dem elektrischen Strom getroffen.

Der Mann sah anfangs kurze Zeit gar nichts, wusste nicht, wo er war und hatte Schwindel. Das linke Auge erholte sich rasch, mit dem rechten Auge, das auch der Maschine näher gewesen war, sah er undeutlich, namentlich unterhalb des Fixationspunktes. Erst nach Verlauf mehrer Wochen wurde das Sehvermögen wieder normal und verschwanden die kleinen Veränderungen in der Maculagegend, die Haab als zarte milchige Trübung und weisslich-gelbe Flecke in der Fovea und an ihrem oberen Rande beschreibt. Haab führt noch die von Oliver veröffentlichte ähnliche Krankengeschichte von einem jungen vom Blitz geblendeten Manne an. (Cit. nach Schmidts Jahrbücher 1897. 256.)

Zwei ähnliche Fälle, wie der von Haab beschriebene kamen auch in der Münchener Universitäts-Augenklinik zur Beobachtung.

Wissenschaftlich und praktisch nicht weniger interessant und wichtig als die Verletzungen durch die elektrischen Ströme sind auch die Todesfälle, bezw. die Erklärung ihrer Ursachen.

Es sind darüber bereits verschiedene Ansichten geäussert und Erklärungen gegeben worden, die ich im Folgenden kurz zusammenfassen möchte:

Kratter kommt zu folgenden Resultaten:

1. Der Tod erfolgt meist infolge plötzlicher Hemmung der Atmung durch Erstickung.

2. Manchmal tritt der Tod blitzähnlich durch direkte Hemmung der Herzbewegung ein (Shock).

3. In wenigen Fällen kommt es zur Zerreissung von Blutgefässen der Hirnhäute und Tod mitunter erst nach vielen Stunden durch Hirndruck.

Dürck gibt als anatomischen Ausdruck der Wirkung der elektrischen Ströme an:

1. Regelmässig verlangsamte resp. aufgehobene Gerinnungsfähigkeit des Blutes.

2. Meistens circumscripte oder ausgedehnte Gefässzerreissungen auf dem Durchgangswege des elektrischen Stromes.

3. Manchmal Zertrümmerung einzelner besonders betroffener Organteile.

4. Die Eintritts- und Austrittsstellen des elektrischen Stromes sind gewöhnlich durch oberflächlichere oder tiefere Wunden markiert, welche zumeist den Charakter von Brandwunden aufweisen. Inwieferne die sogenannten Blitzfiguren in ursächlichem Zusammenhange mit der Einwirkung des elektrischen Stromes auf die Körperoberfläche stehen, bedarf noch exakter Beobachtung.

Jones liess zur Entscheidung der Frage, ob der Tod durch starke elektrische Ströme infolge von Herz- oder Atemlähmung oder durch Reizung von nervösen Organen erfolge, einen Strom von $^1/_2$ Ampère durch anästhesierte Katzen hindurchgehen, indem er die Elektroden an die Brust und an den Kopf setzte. Der Tod trat immer nur bei der ersteren Stellung ein,

und zwar durch Herzstillstand, wie Jones durch Blutdruckkurven nachwies.

Dem Herzstillstande folgte immer eine kurze Steigerung der Respiration infolge der Anämisierung des Respirationszentrums. Bei nicht genügender Stromstärke konnte immer ein Sinken der Herzthätigkeit hervorgerufen werden.

Beachtenswert sind auch die Versuche von Eschle und Israel, die beide durch die elektrischen Schläge an den verschiedenen Geweben Degenerationsprozesse nachweisen konnten, namentlich Nekrosen mit nachfolgender entzündlicher Reaktion.

Cunnigham kam bei seinen Versuchen und Untersuchungen über die Ursache des Todes durch elektrische Ströme zu folgenden Resultaten. 1. Die industriellen elektrischen Ströme, die in hinreichender Intensität den ganzen Körper in transversaler oder longitudinaler Richtung durchlaufen, führen den Tod herbei infolge fibrillärer Kontraktion des Herzens und nicht, wie man bisher angenommen hat, infolge einer totalen Herzlähmung. 2. Derartige Ströme vernichten oder lähmen auch ebensowenig das Nervensystem, vielmehr wird die plötzliche Aufhebung seiner Funktion durch eine totale Anämie verursacht, die durch die plötzliche Einstellung der Blutcirculation infolge der fibrillären Herzcontraction herbeigeführt wird. 3. In jenen seltenen Fällen, wo ein elektrischer Strom in transversaler Richtung nur die cerebro-cervicale

Portion des Nervensystems in genügender Intensität und Zeitdauer durchläuft, kann der Tod auch durch Asphyxie herbeigeführt werden, welche die Folge einer grösseren oder geringeren Behinderung der Respirationsbewegungen ist. Diese Behinderung geschieht aber hauptsächlich nur während des Durchfliessens des elektrischen Stromes selbst. Die Behauptung, dass unter solchen Umständen das Respirationszentrum in der Medulla oblongata gelähmt oder vernichtet wird, ist nicht bewiesen. 4. Die industriellen elektrischen Ströme wirken bei Fröschen und Tauben nicht tötlich, da bei diesen Tieren die fibrilläre Kontraktion des Herzens sofort aufhört, wenn der elektrische Strom abgestellt ist. Diese Tiere können nur durch prolongierte Applikation eines wenn auch mässig starken Stromes oder durch einen Strom von enormer Intensität getötet werden. 5. Starke elektrische Ströme, auf die Oberfläche der Haut appliziert, affizieren das Herz in derselben Weise, wie schwächere Ströme, die man direkt an das blossgelegte Herz appliziert. 6. Ein elektrischer Strom von enormer Intensität kann einen sofortigen Tod herbeiführen, und zwar entweder durch Shock oder durch plötzliche Coagulation des Inhaltes der Körperzellen. Ein derartiger augenblicklicher Tod kommt bei den in der Industrie verwendeten Strömen nicht vor, obgleich der Tod ziemlich schnell eintreten kann. Aus Mitteilungen von Personen, die sich von einem schweren elektrischen Shock wieder erholt haben, geht

ausserdem hervor, dass diese Todesart nicht schmerzhaft ist. 7. Eine spontane Rückkehr der Herzthätigkeit zur Norm bei Tieren nach dem Eintritt einer fibrillären Kontraktion infolge momentaner Applikation eines starken elektrischen Stromes ist selten, sie findet niemals statt, wenn der Strom 2 bis 3 Sekunden lang appliziert worden ist. 8. Eine Wiederherstellung der normalen Herzaktion durch künstliche Mittel (künstliche Respiration, Transfusion von defibriniertem Blut) ist möglich, wenn dies sofort nach dem Aufhören des elektrischen Stromes vorgenommen wird und der Shock nur von kurzer Dauer war.

Ziehen wir das Résumé aus den aufgeführten Anschauungen, so ergibt sich, dass der plötzliche Tod in erster Linie durch Respirationsstillstand erfolgt, dass aber auch die übrigen Organe bezw. ihre Centren beteiligt sind. —

Wir haben aber durch unsern einen Fall gezeigt, dass die elektrischen Ströme nicht nur momentan töten, sondern dass der Tod im Anschlusse an die schweren Verletzungen, die die elektrischen Ströme setzen, erst noch viel später eintreten kann.

Schliesslich wäre noch zu erwähnen, dass auch nach glücklich geheilten Verletzungen noch schwere Störungen des Allgemeinbefindens zurückbleiben können, durch die Neurosen, die diese Verletzungen, die gerade auf

das Zentralnervensystem einen so besonders ungünstigen Einfluss üben, im Gefolge haben.

Ueber kurz oder lang werden alle Zweige der Medizin sich eingehend mit dieser neuen Art von Verletzungen beschäftigen, der Anatom, der Physiologe, der Chirurg, der Internist usw., weil die Fälle sich ja wohl stark häufen werden und weil sie noch eine Reihe höchst interessanter, wichtiger Fragen zu lösen geben.

Und wenn es mir gelungen sein sollte, nach der einen oder anderen Richtung hin für dieses anziehende, wichtige Thema etwas Neues gebracht zu haben, so ist der Zweck dieser Zeilen völlig erreicht.

Und so erübrigt mir zum Schlusse nur noch, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor von Angerer meinen vorzüglichsten, ergebensten Dank auszusprechen für das Interesse und das Wohlwollen, mit dem er mich bei meiner Arbeit in der liebenswürdigsten Weise unterstützte.

Litteratur.

D'Arsonval: Sitzung der Pariser Akademie des sciences 24. Juni 1895.

La mort par l'électricité dans l'industrie; ses mécanismens physiologiques, moyens préservateurs. Compt. rend. Acad. des sciences. Paris 1887, S. 978—982.

La mort par l'électricité dans l'industrie; moyens préservateurs.

Compt. rendus de la Société de Biologie. Paris 1887, S. 95.

Biraud: La mort et les accidents causés par les courants électriques de haute tension. Thése de Lyon 1892.

Brandenberg: Wirkung hochgespannter, elektrischer Ströme auf den menschlichen Körper.

Korresp.-Bl. für Schweizer Aerzte, XXIII. 3. 1893.

Clowes: Death from Electricity.

Lancet 1892, 3. Dezember.

Cunnigham: Die Ursache des Todes infolge Einwirkung der industriellen elektrischen Ströme. New York med Journ. 21 u. 28. X. 99.

Deshages: Des accidents par les fils électriques et des moyens d'y rémedier. Tribune méd. Paris 1897.

Douillet: La mort et les accidents causés par les courants électriques de haute tension.

Dauphiné méd. Grenoble.

Dürck Hermann: Zur Casuistik des Blitzschlages nebst Bemerkungen über den Tod durch Elektrizität.

Münch. med. Wochenschr. 1895 Nr. 31.

Edison: The dangers of electric Lighting.

North American Review. Nov. 1889.

Farkas: Untersuchung des Zentral-Nervensystems eines durch elektrischen Schlag getöteten Menschen.
Ungar. Archiv für Medizin, III, p. 330, 1895.

Grange: Des accidents produits par l'électricité dans son emploi industriel; des moyens de les prévenir. Projet de reglementation de l'emploi des courants électriques intenses dans les arts et l'industrie.
Annal d'hygiène publique et de médecin légale. Paris 1885. 13. Band, S. 53 u. 303.

Haab O.: Traumatische Macula-Erkrankung durch den elektrischen Strom.
Klinische Monats-Blätter für Augenheilkunde XXXV. 1897.

Hankel Ernst: Unglücksfälle durch hochgespannte elektrische Ströme.
Sammlung klin. Vorträge Nr. 208.

Jones: The physiological effects of electrical currents of high frequency. Brit. med. Journ. Juni 24.
The lethal effects of electrical currents. Brit. med. Journ. March. 2. 1895.

Kallmann: Grundzüge der Sicherheitstechnik für elektrische Licht- und Kraft-Anlagen. 15. Lieferung von Th. Weyls Handbuch der Hygiene. Jena 1895.

Kratter: Ueber den Tod durch Elektrizität. Wiener klin. Wochenschr., 1894, 21.
Der Tod durch Elektrizität. Leipzig 1896.

Mandry: Ueber einen Unfall durch elektrischen Hochspannungsstrom. Mediz. Korr.-Bl. des württemberg. ärztl. Vereins. Stuttgart 1897.

Nankivell: A case of Burns by Electricity. British med. Journ. Okt. 1892.

Norvelle W. Sharpe, St. Louis: Eigentümlichkeiten und Behandlung von Verletzungen durch den elektrischen Strom. The Philadelphia Med. Journ. 29. Januar 1898.

De Oliveira Nery: Etude clinique des brûlures causées par l'électricité industrielle. Paris 1895.

Report of Senate Commitee on General Laws as to Elektricity and Elektric Lighthing.

Verhoogen: La mort par les courants électriques. Journ. de Méd. de Chir. et de Pharm. de Bruxelles, Nr. 46, 1894.